脳SPECTにおける再構成画像の比較
ー各種ソフト処理についてー

新潟大学医歯学総合病院　診療支援部放射線部門
羽田野政義

はじめに

- 近年、核医学画像を汎用PCで処理できるさまざまなソフトが供給されている。
- そのうちのいくつかを使用し、画像の傾向を把握する目的にどこまで利用できるか？

プロミネンス・プロセッサー（PP）

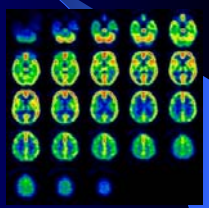
- SPECT 再構成 1）FBP 2） OSEM(SC,AC,RC：三次元分解能補正)
- SPECT Tools 1）Sag/Cor Transfom 2）Oblique Transfom 3）Polar Map 4）MIP 5）Filter(Smoothing,Butterworth) 6）散乱補正 （TEW） 7）減弱補正 （Chang） 8）減弱補正Map作成 (Threshold,Manual) 9）Sinogram、Linogram作成 10） Projection Editor
- Image Proc. Tools 1）フィルター処理 2）四則演算、平行移動、回転、拡大・縮小、Matrixサイズ変換、画像加算、時間軸方向へのスムージング、2画像間演算 3）ROI設定、カウント表示 4）TAC作成 5）Profile作成 (FWTH,FWHM) 6）ピクセル値表示 7）2画像間差異の数値化 (MSE、RMSE、NMSE)
- TAC Analysis 1）近似(多項式、指数関数、ガンマ関数、フーリエ級数) 2）パトラックプロット法
- Education＆Research 1）フィルタ処理 2）均一性データ作成、均一性補正 3）Effect of Acquisition Counts for Noise、MatrixサイズがSPECT分解能とノイズに与える影響、円軌道・楕円軌道収集がSPECT分解能に与える影響、任意角度範囲の画像再構成 4）デジタルファントム 5）投影データ作成6）MTF
- Utility tools （Color Scale Editor）

プロミネンス・プロセッサー（PP）

通常臨床処理画像

GCA-9300A/HG

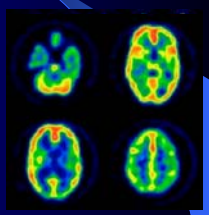
- S.H.R.(N1)_Fanbeam
- Matrix 128×128 1.72mm/pixel
- Step Angle 4degrees 90view
- Rotation 120 degrees
- Rotation Time 2m30s×6：15min.
- 回転半径 132mm
- 散乱補正 Main 24% F-BW-(8_0.14)ER
  sub 3% F-BW-(8_0.07)ER
- ファンパラ変換 5-BW-(5_0.2)FB
- 再構成 ramp 3Pixel F-BW-(8_0.14)ER
- Headrest(attenu.+) Cylindroid Chang μ=0.15/cm



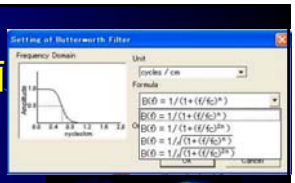
通常臨床処理画像

GCA-9300A/HG

- S.H.R.(N1)_Fanbeam
- Matrix 128×128 1.72mm/pixel
- Step Angle 4degrees 90view
- Rotation 120 degrees
- Rotation Time 2m30s×6：15min.
- 回転半径 132mm
- 散乱補正 Main 24% F-BW-(8_0.14)ER
  sub 3% F-BW-(8_0.07)ER
- ファンパラ変換 5-BW-(5_0.2)FB
- 再構成 ramp 3Pixel F-BW-(8_0.14)ER
- Headrest(attenu.+) Cylindroid Chang μ=0.15/cm

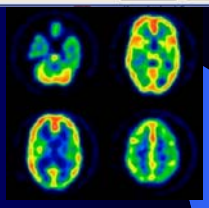


通常臨床処理画



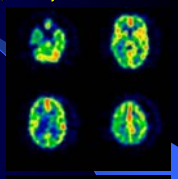
GCA-9300A/HG

- S.H.R_(N1)_Fanbeam
- Matrix 128×128 1.72mm/pixel
- Step Angle 4degrees 90view
- Rotation 120 degrees
- Rotation Time 2m30s×6:15min.
- 回転半径 132mm
- 散乱補正 Main 24% F-BW-(8_0.14)ER
  sub 3% F-BW-(8_0.07)ER
- ファンパラ変換 5-BW-(5_0.2)FB
- 再構成 ramp 3Pixel F-BW-(8_0.14)ER
- Headrest(attenu.+) Cylindroid Chang μ=0.15/cm

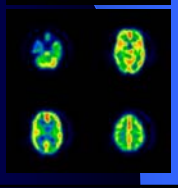


作成データ ・GCA―7200 LEHR ；2倍拡大データ ； 2.15mm/ピクセル
・GCA―9300 LEGP ；1.25倍拡大データ； 2.56mm/ピクセル
・GCA―9300 Fanbeam；等倍データ ； 1.72mm/ピクセル

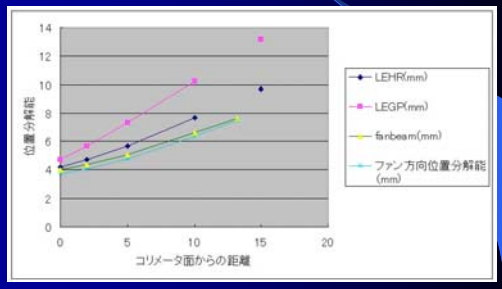
- GCA―7200 A LEHRコリメータ
- 30sec/step 128×128
- 140keV 24% sub3%
- 2倍拡大 Matrix 2.15mm/pixel
- 60view、6度ステップ 回転半径160mm



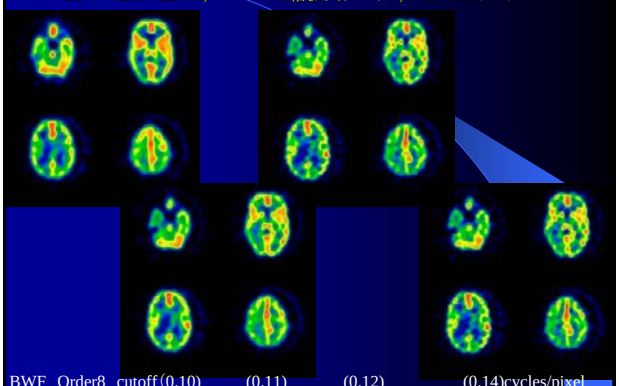
- GCA―9300A/HG LEGPコリメータ
- 30sec/Step×90 128×128
- 140keV 24% sub3%
- 拡大×1.25 Matrix 2.56mm/pixel
- 90view、4度ステップ 回転半径132mm



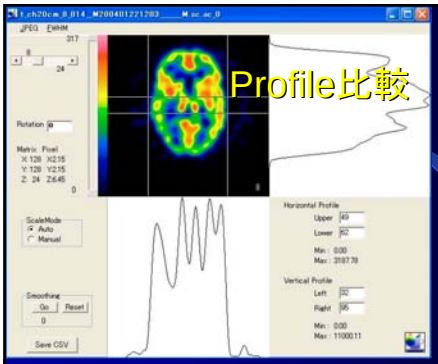
位置分解能比較 ・GCA―7200 LEHR
・GCA―9300 LEGP
・GCA―9300 Fanbeam



GCA―7200 LEHR； 2倍拡大データ； 2.15mm/ピクセル

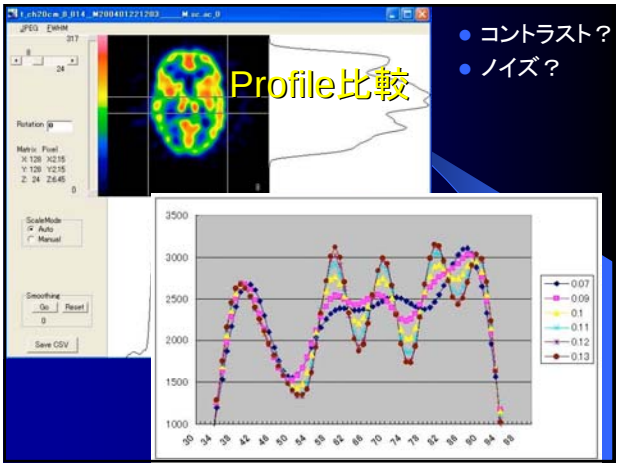


BWF Order8 cutoff(0.10) (0.11) (0.12) (0.14)cycles/pixel



Profile比較

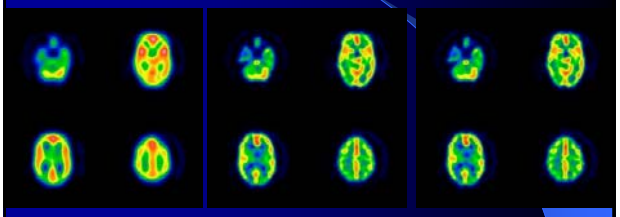
- コントラスト？
- ノイズ？



Profile比較

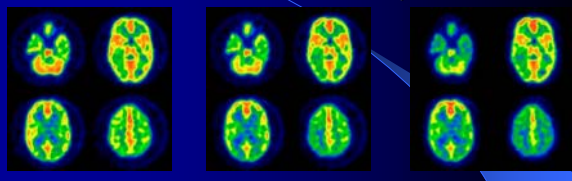
- コントラスト？
- ノイズ？

GCA−9300 LEGP； 1.25倍拡大データ； 2.56mm/ピクセル



BWF Order 8 cutoff (0.07) (0.14) (0.28) cycles/pixel

GCA-9300A/HG ： ﾌｧﾝﾋﾞｰﾑ



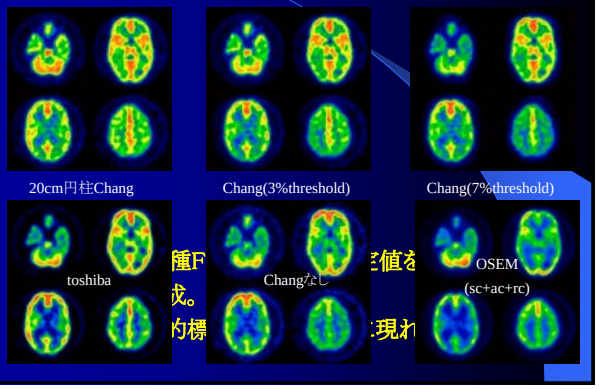
20cm円柱Chang 再構成BWF(8_0.14)

Chang(3%threshold) 再構成 BWF(8_0.14)

Chang(7%threshold) 再構成 BWF(8_0.14)

- 再構成時の各種Filter、補正の設定値を変更してサンプルを作成。
- eZISの解剖学的標準化後の画像に現れる影響をみる。

GCA-9300A/HG ： ﾌｧﾝﾋﾞｰﾑ



20cm円柱Chang　Chang(3%threshold)　Chang(7%threshold)

toshiba　Changなし　OSEM (sc+ac+rc)

種F 定値を
成。
的標 現れ

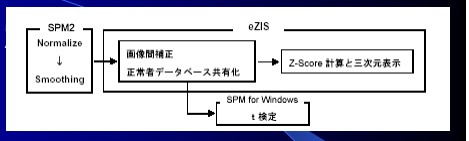
Daemon Research Image Processor ：DRIP（ドリップ）

- 動画出力AVI、画像出力JPEG、bittmap、TIFF、DICOM出力
- PROCESS　画像演算、リフレーム、連結、充填、サイズ変更、任意角度回転、拡大縮小、MIP 、フィルタ処理
- ROI/Curve　ROI作成/計測、プロファイルカーブ作成/表示、TAC作成/表示、ROIマスク
- Option　断層像作成、リフォーマット(汎用、心筋用)、Fan-Para変換、Chang、Lassen、TEW、Fusion

Easy Z-Socre Imaging System ： eZIS（イージス）

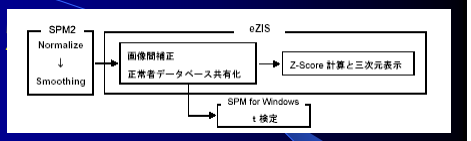
・　初期設定さえすめばクリック一回で処理OK
処理の流れは
Analyze Format変換：画像変換
Normalize：解剖学的標準化
Smoothing：平滑化FWHM　12mm設定
MASK処理：MASK
(画像間補正)：Hoffmanファントム比較による
(カウントの正規化)：投与量差によってNDB直接比較が不可能。
　NDBのmean画像と値をそろえること。
Z-Score計算：正規化後に･･･
　Z-Score＝(Normal_Mean－Patient)/Normal_SDを算出

Easy



・　初期設定さえすめばクリック一回で処理OK
処理の流れは
Analyze Format変換：画像変換
Normalize：解剖学的標準化
Smoothing：平滑化FWHM　12mm設定
MASK処理：MASK
(画像間補正)：Hoffmanファントム比較による
(カウントの正規化)：投与量差によってNDB直接比較が不可能。
　NDBのmean画像と値をそろえること。
Z-Score計算：正規化後に･･･
　Z-Score＝(Normal_Mean－Patient)/Normal_SDを算出

Easy



・　初期設定さえすめばクリック一回で処理OK

処理の流れ

Analyze Fo

Normalize

Smoothing

MASK処理

(画像間補正

(カウントの

NDBの

Z-Score計算

Z-

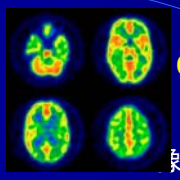
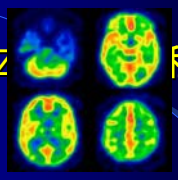
Normalize：解剖学的標準化 nt_***.img

eZIS処理過程

- SPECT画像
- テンプレート
- 標準化Normalize
- 平滑化Smoothing
- MASK
- 正規化（全脳、小脳、正規化なし）
- Z-Score算出：(NDB平均画像との差分)/SD

Normalize：解剖学的標準化 nt_***.img

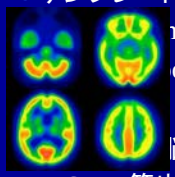
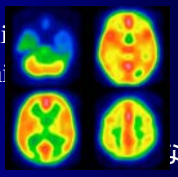
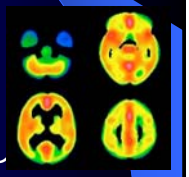
eZ 程

- テンプレート

nali

oth

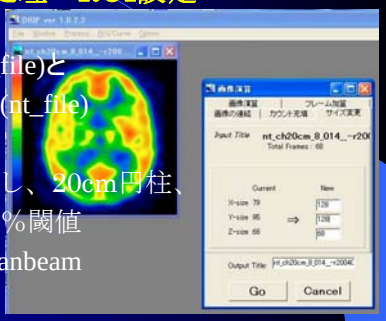




脳、 なし

- Z-Score算出：(NDB平均画像との差分)/SD

解剖学的標準化後画像：nt 処理・ROI設定

- 標準化前(t_file)と標準化された(nt_file)にROIを設定
- 減弱補正なし、20cm円柱、
- 3%閾値、7%閾値
- GCA-9300Fanbeam
- 傾向を見る

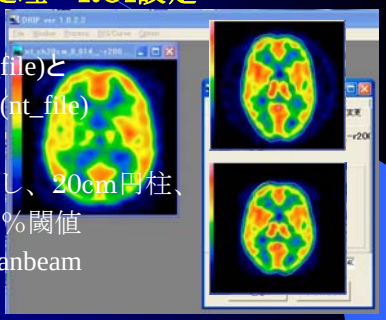


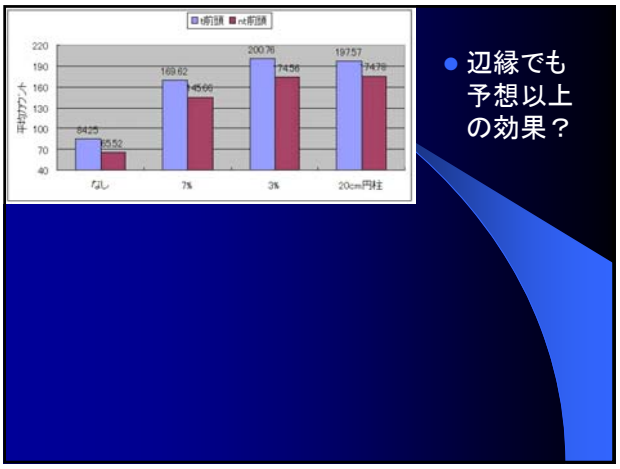
解剖学的標準化後画像：nt 処理・ROI設定

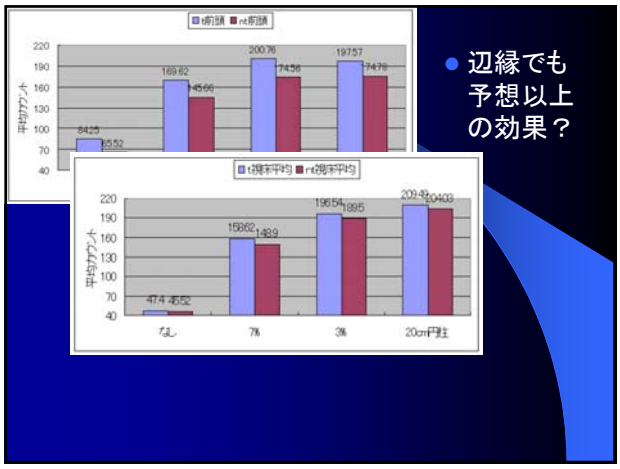
- 標準化前(t_file)と標準化された(nt_file)にROIを設定
- 減弱補正なし、20cm円柱、
- 3%閾値、7%閾値
- GCA-9300Fanbeam
- 傾向を見る

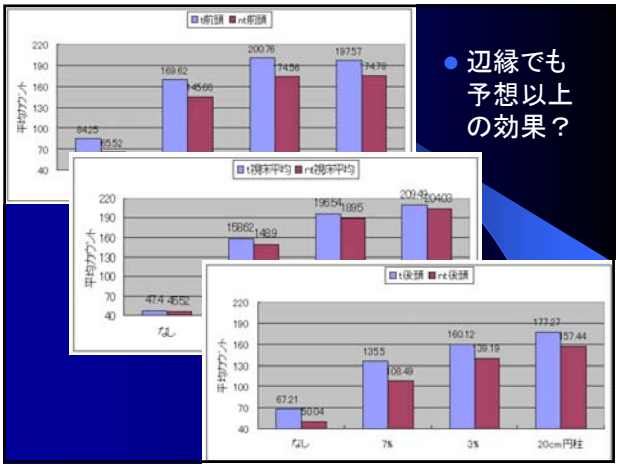
解剖学的標準化後画像：nt 処理・ROI設定

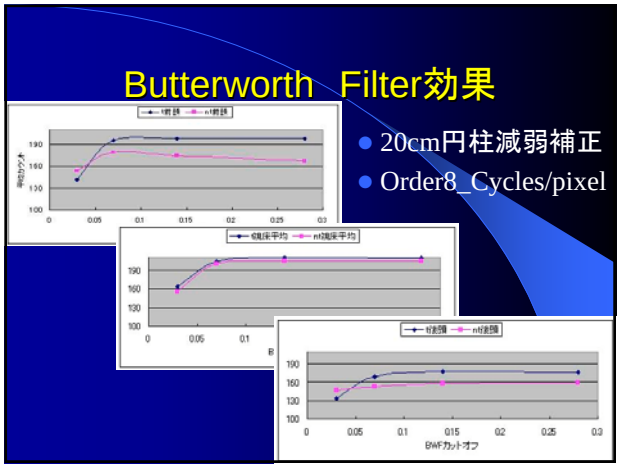
- 標準化前(t_file)と標準化された(nt_file)にROIを設定
- 減弱補正なし、20cm円柱、
- 3%閾値、7%閾値
- GCA-9300Fanbeam
- 傾向を見る









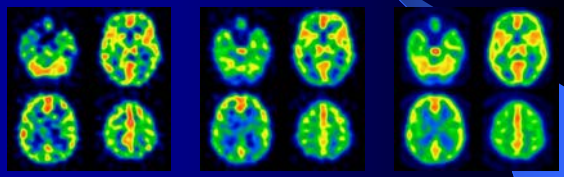


同一条件処理
7200LEHR,9300LEGP,fan

- TEW ： BWFフィルターなし
- FBP : BWF Order8 cutoff_0.6cycle/cm
- Chang減弱補正 ： 円柱20cm
- 5~6mm程度の画像作成
- ①7200　3枚6.45mm厚　25スライス
- ②9300　2枚5.12mm厚　34スライス
- ③9300　3枚5.16mm厚　34スライス

同一条件処理 7200LEHR,9300LEGP,fan

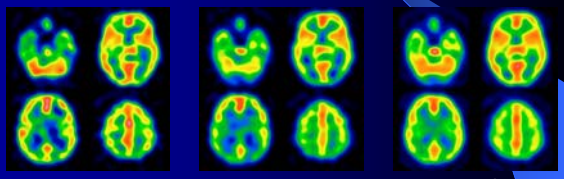
- PPにて画像作成
- eZIS処理した後のnt_file像(標準化のみ)



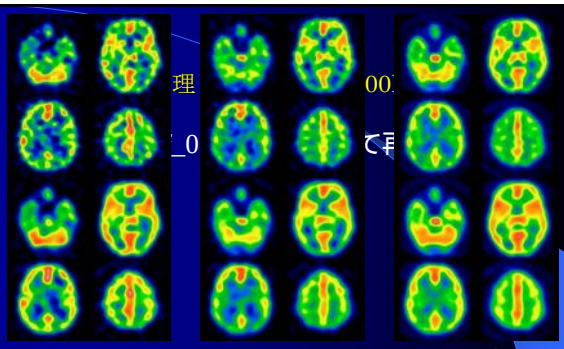
- 7200　9300LEGP　9300fan
- 0.6cycle/cm・・・

同一条件処理　7200LEHR,9300LEGP,fan

- BWF cutoff_0.45cycle/cmにて再作成



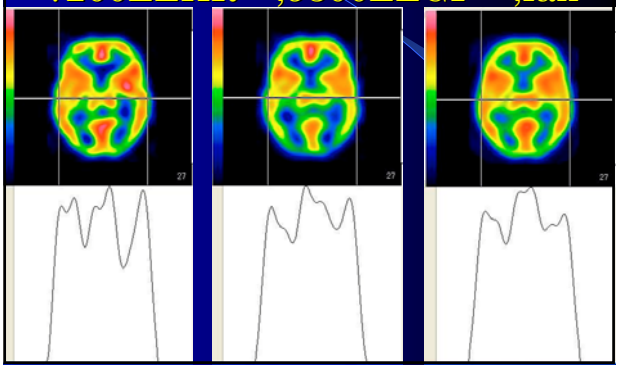
- 7200　9300LEGP　9300fan
- 0.45cycle/cm・・・



- 7200　9300LEGP　9300fan
- 0.45cycle/cm・・・　●0.6cycle/cm・・・

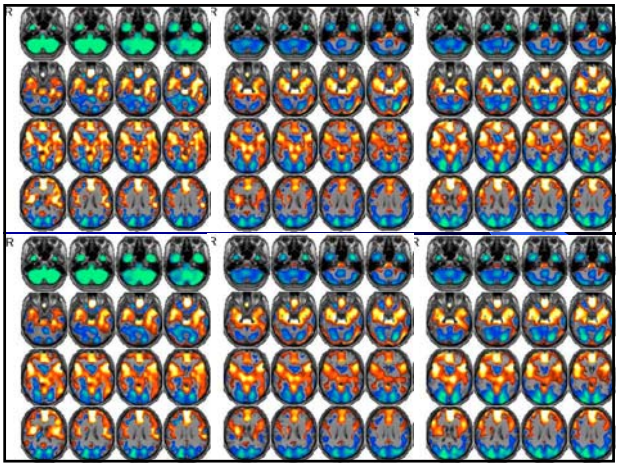
同一条件処理　0.45cycle/cm

7200LEHR　,9300LEGP　,fan



同一条件処理　7200LEHR,9300LEGP,fan

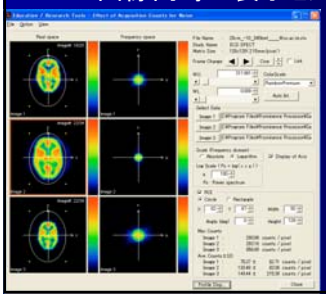
- Z-score表示 two-tail　mask_ent_***_Z-GLOB.img
- BWF(8_0.45cycle/cm)
- 7200LEHR 9300fan(1.72) LEGP(2.56)



3種類の画像成分の比較

PP:Research tools　Effect of Acquisition Counts for Noise

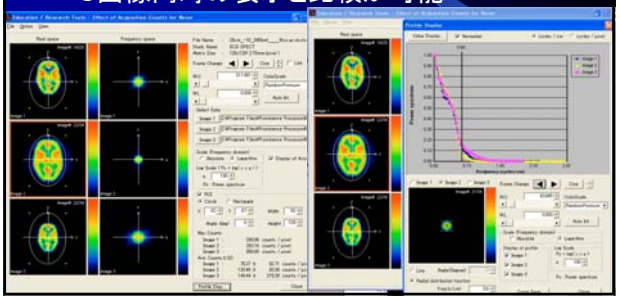
- 3画像同時の表示と比較が可能



3種類の画像成分の比較

PP:Research tools Effect of Acquisition Counts for Noise

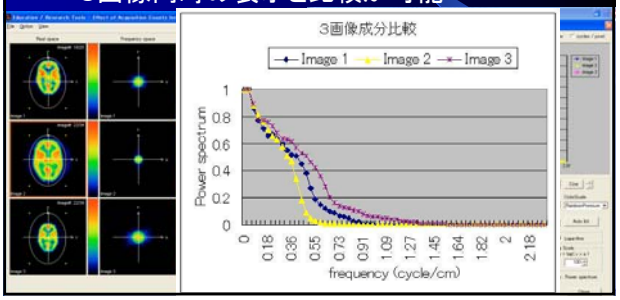
- 3画像同時の表示と比較が可能



3種類の画像成分の比較

PP:Research tools Effect of Acquisition Counts for Noise

- 3画像同時の表示と比較が可能



取扱説明書などから推奨条件

GCA-9300A/HG取扱説明書より　Tc-HMPAO収集　20-30mCi　30分

- Fanbeam　F-P変換　128×128　6度　BWF　5×5　(5_0.2)
- Recon :　BWF　15×15　(8_0.14)　Shepp&Logan　(～20分(8_0.11))

核医学診療の実態と画像の収集･処理･表示･出力の基準化に関するアンケート調査　東芝回答　より　脳血流SPECT推奨　収集99mTc製剤

- GCA-9300　ﾌｧﾝﾋﾞｰﾑｺﾘﾒｰﾀ,TEW,散乱線補正ｳｨﾝﾄﾞｳ(ﾒｲﾝ20%､ｻﾌﾞ7%),4度/投影,15分収集,128Matrixの1倍収集
- 前処理フィルターButterworth、再構成FBP、散乱補正TEW、減弱補正Chang逐次近似(逐次回数1回)、断面変換基準OM、スライス厚2pixel。

第27回日本核医学技術学会画像の定量化・基準化に関する調査研究WG

- 理想画像：99m-Tc製剤　GCA-9300A,GMS5500/PI　^{99m}Tc-ECD　740MBq

コリメータ：LESHRファンビーム　ウィンドウ140keV　20%　sub3%
収集：連続回転、4度、120秒×10回(20分)
Matrix128×128　再構成フィルターramp　減弱補正法(Chang　μ=0.1/cm)
散乱線補正TEW　前処理フィルターButterworthオーダー8　カットオフ周波数0.13cycles/pixel(0.76cycles/cm)

放射線医療技術学叢書より

（１９）SPECT画像技術の基礎　より

7.2　収集条件による画質の変化

- コリメータ　エネルギーウィンド設定　回転方式
- ピクセルサイズ　収集時間
- 角度サンプリング　角度サンプリング数Nの関係　N=πD／2a

7.3　処理条件による画質の変化

- フィルタ処理　FBPとOSEM

（２３）核医学における臨床技術　より

- 5.3　99mTc脳血流イメージング　5.3.3収集方法

5mm程度のマトリックス　、　360収集　、　4-6度/方向程度、撮像時間限界30分程度　、　最近接

画像の定量化･基準化に関する調査研究WG　より

第27回日本核医学技術学会　あなたの施設の画像は合格点？　－臨床に役立つ基準画像－

合格点を取るための注意点

【収集】検査に用いる製剤の種類・薬剤投与後、撮像のタイミング

- ガンマカメラの検出器の数・エネルギーウィンドウの設定
- コリメータの種類・ピクセルサイズ、拡大率の選択
- SPECTにおける回転半径・SPECTにおける収集角度
- SPECTにおける収集時間・散乱補正の実施の有無
- 減弱補正の実施の有無

【処理】散乱補正の利用（TEW、DEW）・前処理フィルターの選択

- パラメーターの設定値の選択（オーダー、カットオフ周波数）
- 減弱補正の利用(Chang)
- 輪郭抽出でのThreshold(%)値の設定・線減弱係数の設定

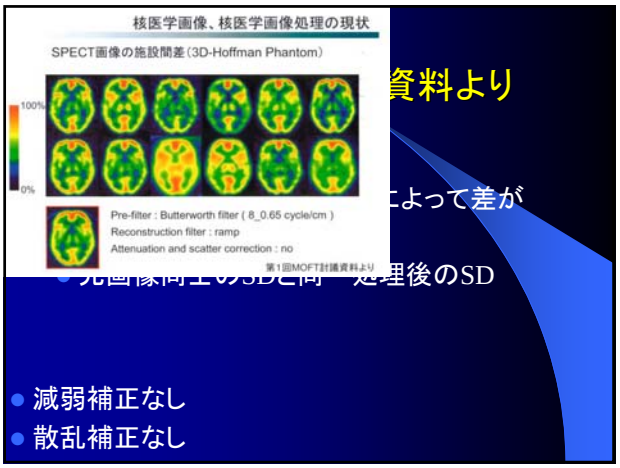
【画像出力】表示階調・カラーコード・拡大率・表示レイアウト・

- 表示スケール

第1回MOFT討議資料より

- 画像の施設間差について
- 同一処理装置での再構成によって差が少なくなる
- 元画像同士のSDと同一処理後のSD

- 減弱補正なし
- 散乱補正なし

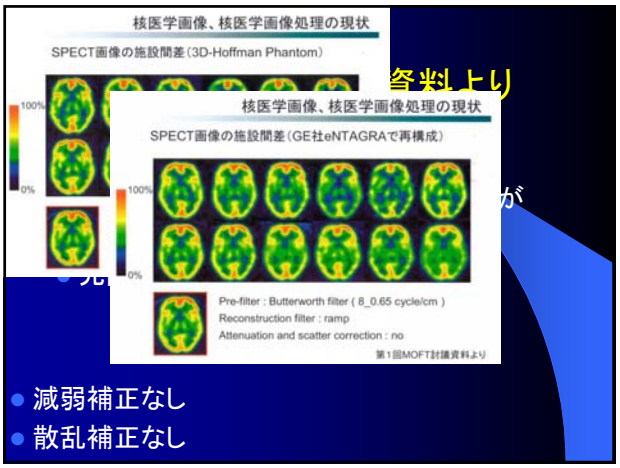


資料より

によって差が

元画像同士のSDと同一処理後のSD

- 減弱補正なし
- 散乱補正なし

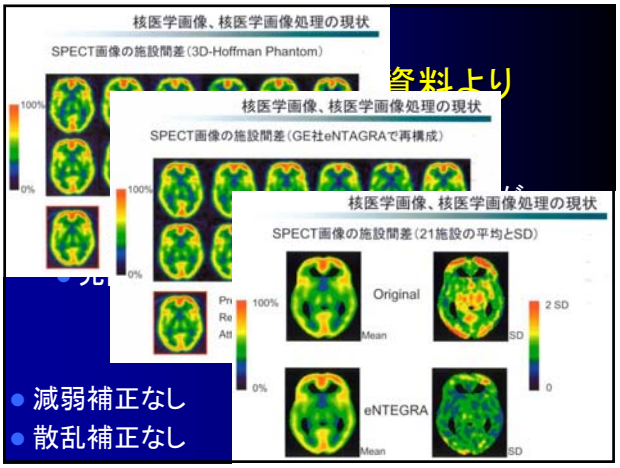


資料より

が

元

- 減弱補正なし
- 散乱補正なし



資料より

- 減弱補正なし
- 散乱補正なし

eZISでの注意点

- 解剖学的標準化のエラー
- 施設間補正処理
- NDBの問題

(特徴、SD、自施設NDB、減弱補正有無)

2007 第4回新潟脳機能解析研究会より

- 元画像のカウントの変化(SPMによって微妙に変化する。3D-SSPでは変化しない。)
- 標準脳とのずれの可能性

2007 日本医学放射線学会 脳統計学的画像診断法の発展とピットフォールより

今後これらのソフトを使って・・・

- 画質、画像の再検証
- 脳統計解析処理の精度、傾向の確認
- 他施設共同研究ツール

・

・

- 何ができる?
- 良質の核医学画像を提供するために・・・